

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : H02P 6/14, H02K 29/08		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/52275
			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 19. November 1998 (19.11.98)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP98/02726			(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, KR, SG, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 11. Mai 1998 (11.05.98)			
(30) Prioritätsdaten: 197 20 309.4 15. Mai 1997 (15.05.97) DE			
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): PAPST-MOTOREN GMBH & CO. KG [DE/DE]; Hermann-Papst-Strasse 1, D-78112 St. Georgen (DE).			
(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DOEMEN, Benno [DE/DE]; Talsteige 8, D-78112 St. Georgen (DE). VON DER HEYDT, Thomas [DE/DE]; Ludwig-Weisser-Strasse 26, D-78112 St. Georgen (DE). RAPPENECKER, Hermann [DE/DE]; Krankenhausstrasse 26, D-78147 Vöhrenbach (DE). SCHMIDER, Fritz [DE/DE]; Schlossstrasse 56 d, D-78132 Hornberg (DE). SZONDI, Gabor [HU/DE]; Forststrasse 1, D-78126 Königsfeld (DE).			
(74) Anwalt: LENZ, Klaus; Papst-Motoren GmbH & Co. KG, Postfach 1435, D-78106 St. Georgen (DE).			Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: ELECTRONICALLY COMMUTATED ENGINE

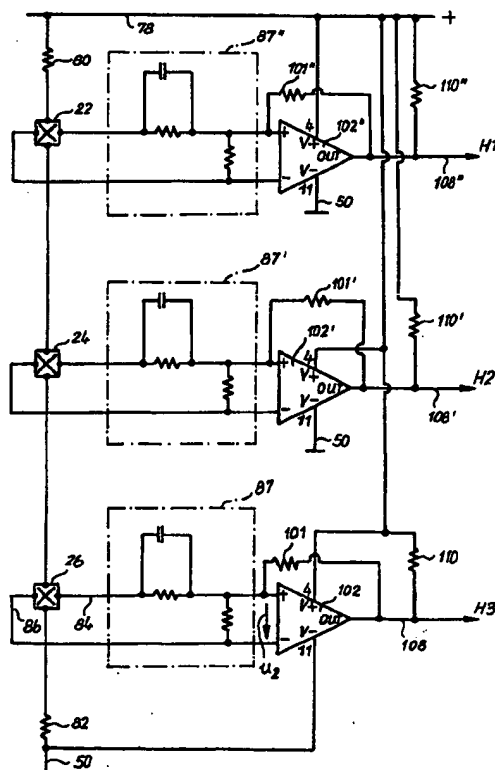
(54) Bezeichnung: ELEKTRONISCH KOMMUTIERTER MOTOR

(57) Abstract

The invention relates to an electronically commutated engine comprising a permanent-magnet rotor and a stator, a plurality of rotor position sensor units (22, 24, 26) arranged on the stator side, which are connected in series to a direct voltage source to supply power, each having two non-equivalent signal output points (84, 86). When the motor is operating, they generate an alternating sensor-output voltage between said two non-equivalent signal output points. For the phase displacement of said output voltage, a phase displacement unit (87, 87', 87'') is assigned to each rotor position sensor so as to generate an alternating output signal which is ahead in time in relation to the sensor output voltage, the angle of advance of which increases as the engine's rotations per minute increase and which is used to control a stator current of the engine via an electronic commutation element (102, 102', 102'') controlling the alternating output signal.

(57) Zusammenfassung

Ein elektronisch kommutierter Motor hat einen permanentmagnetischen Rotor und einen Stator, ferner eine Mehrzahl von statorseitig angeordneten Rotorstellungssensoranordnungen (22, 24, 26), welche zur Stromversorgung in Serie an eine Gleichspannungsquelle angeschlossen sind, jeweils zwei antivalente Signalausgänge (84, 86) aufweisen, und im Betrieb des Motors zwischen diesen antivalenten Signalausgängen eine alternierende Sensor-Ausgangsspannung liefern. Jedem Rotorstellungssensor ist zur Phasenverschiebung dieser Ausgangsspannung eine Phasenschieberanordnung (87, 87', 87'') zugeordnet, um ein gegenüber der Sensor-Ausgangsspannung zeitlich voreilendes alternierendes Ausgangssignal zu erzeugen, dessen Voreilungswinkel mit zunehmender Motordrehzahl zunimmt und das über ein vom alternierenden Ausgangssignal gesteuertes elektronisches Schaltglied (102, 102', 102'') zur Steuerung eines Statorstromes des Motors dient.



Rotorstellungssensoren am Stator die gewünschten Phasenlagen relativ zueinander haben können, und deren Phasenlagen sich abhängig von der Drehzahl im gleichen Sinne ändern, um die Phasenlage dieser Signale für die jeweilige Drehzahl in einfacher Weise zu verbessern.

Der Wirkungsgrad eines solchen Motors wird also einmal dadurch verbessert, daß die Rotorstellungssensoren einen verringerten Leistungsbedarf haben, weil sie vom gleichen Strom durchflossen werden, und zum anderen dadurch, daß der sogenannte Zündwinkel, also die Phasenlage der Kommutierung, in günstiger Weise an die Drehzahl des Motors angepaßt wird. (Unter dem "Zündwinkel" versteht man den Beginn der Kommutierung. Dieser Begriff ist wegen seiner Anschaulichkeit aus der Automobiltechnik übernommen worden, obwohl bei einem Elektromotor nichts "gezündet" wird.)

Weitere Einzelheiten und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den im folgenden beschriebenen und in der Zeichnung dargestellten, in keiner Weise als Einschränkung der Erfindung zu verstehenden Ausführungsbeispielen, sowie aus den Unteransprüchen. Es zeigt:

Fig. 1 ein Blockschaltbild eines dreiphasigen kollektorlosen Gleichstrommotors, bei welchem die vorliegende Erfindung bevorzugt Anwendung findet,

Fig. 2A und 2B Einzelheiten der Schaltung nach Fig. 1,

Fig. 3 Darstellungen von zeitlichen Verläufen zur Erläuterung des beispielhaften Motors nach den Fig. 1 und 2,

Fig. 4 ein Schaltbild einer erfindungsgemäßen Anordnung zur Erfassung der Rotorstellung und zur drehzahlabhängigen Veränderung der Phasenlage der erfaßten Rotorstellungssignale,

Fig. 5 eine Prinzipdarstellung, welche die Erzeugung einer alternierenden Ausgangsspannung u zwischen den beiden antivalenten Ausgängen eines Hallgenerators zeigt,

- Fig. 6 eine Darstellung des alternierenden Ausgangssignals u der Fig. 5,
- Fig. 7 eine Darstellung analog Fig. 4, aber nur für eine Phase des Motors,
- Fig. 8 ein zugehöriges Zeigerdiagramm,
- Fig. 9 die Kurvenformen von Spannungskurven, wie sie bei der Anordnung nach Fig. 7 im Betrieb auftreten,
- Fig. 10 eine Variante zu Fig. 7,
- Fig. 11 eine Darstellung, welche die bei der Variante nach Fig. 10 auftretenden Spannungsformen zeigt,
- Fig. 12 eine Darstellung, welche die Anordnung eines galvanomagnetischen Sensors im Streufeldbereich eines Rotormagneten zeigt, und
- Fig. 13 eine Variante zu Fig. 12, bei der zur Ansteuerung des galvanomagnetischen Sensors ein spezieller und speziell magnetisierter Bereich des Rotormagneten vorgesehen ist.

Fig. 1 zeigt eine Übersichtsdarstellung am Beispiel eines dreisträngigen (= dreiphasigen) elektronisch kommutierten Motors 10. Dieser hat an seinem Stator 12 eine (hier beispielhaft im Stern geschaltete) Statorwicklung mit drei Strängen (Phasen) 14, 16 und 18, deren Anschlüsse mit A, B und C bezeichnet sind. Ferner hat der Motor 10 einen (nur schematisch angedeuteten) permanentmagnetischen Rotor 20, der vierpolig dargestellt ist. In seinem Magnetfeld sind drei Hallgeneratoren 22, 24, 26 mit Abständen von 120° el. am Stator angeordnet. Diese Hallgeneratoren (oder andere Rotorstellungssensoren) sind gewöhnlich in der sogenannten neutralen Zone des Stators angeordnet, und dies bedeutet in der Praxis, daß das von der Statorwicklung 14, 16, 18 erzeugte Drehfeld dem Feld des Rotors um etwa 90° el. (Mittelwert) vorausseilt, wenn der Motor 10 mit niedrigen Drehzahlen läuft. Im

Rahmen der vorliegenden Erfindung können die Sensoren aber auch außerhalb der neutralen Zone angeordnet sein.

Zur Ansteuerung der Statorwicklung 14, 16, 18 dient hier beispielhaft eine Vollbrückenschaltung 44, deren Aufbau in Fig. 2B dargestellt ist. Sie hat drei "obere" Transistoren 52, 54, 56 in Form von pnp-Transistoren, deren Emitter jeweils mit einer Plusleitung 48 und deren Kollektoren mit den Anschlüssen A bzw. B bzw. C verbunden sind. Sie hat ferner drei "untere" Brückentransistoren 60, 62, 64 in Form von npn-Transistoren, deren Emitter mit einer Minusleitung 50 und deren Kollektoren mit den Anschlüssen A bzw. B bzw. C verbunden sind.

Zur Ansteuerung der oberen Transistoren 52, 54, 56 dienen, wie dargestellt, Signale T1, T2, T3, und zum Ansteuern der unteren Transistoren Signale B1, B2, B3. Diese Signale werden aus Signalen H1, H2, H3 abgeleitet, welche Signale ihrerseits von den Hallgeneratoren 22, 24 und 26 hergeleitet sind. Wie dies geschieht, wird nachfolgend beschrieben. Die logischen Gleichungen sind in Fig. 2A dargestellt. Z.B. wird der Transistor 52 durch das Signal T1 eingeschaltet, wenn das Signal H1 hoch und das Signal H2 niedrig ist. Analoges gilt für die übrigen Transistoren und kann den dargestellten logischen Gleichungen entnommen werden.

Die Signale T1 bis B3 werden in einer programmierbaren Logikschaltung (PAL) 70 aus den Signalen H1, H2 und H3 erzeugt. Hierzu ist die PAL 70 entsprechend programmiert. Ferner ist in Fig. 1 ein Mikroprozessor 72 vorgesehen, der z.B. die Funktion hat, die Drehrichtung des Motors 10 zu steuern, oder andere gewünschte Funktionen, die von Fall zu Fall verschieden sein können, z.B. Regelung der Drehzahl auf einen vorgegebenen Wert.

Es braucht nicht betont zu werden, daß die Erfindung nicht auf dreiphasige Motoren beschränkt ist, sondern sich für alle Motoren eignet, bei denen ein Rotorstellungssensor verwendet wird, z.B. auch nur ein einziger Rotorstellungssensor.

Fig. 4 zeigt die Schaltung der Hallgeneratoren 22, 24, 26. Diese sind in Serie zwischen einer Plusleitung 78 (z.B. + 12 V) und der Minusleitung 50 angeschlossen, d.h. sie werden alle mit demselben Strom gespeist, was den Wirkungsgrad des Motors verbessert. Zwischen dem obersten Hallgenerator 22 und der Plusleitung 78 liegt ein Widerstand 80 (z.B. 500 Ω), und zwischen dem untersten Hallgenerator 26 und der Minusleitung 50 liegt ein Widerstand 82 (z.B. 500 Ω). Die Widerstände 80, 82 bestimmen den maximalen Strom durch die Hallgeneratoren, d.h. sie stellen eine Strombegrenzung für die maximale Spannung dar, und der Widerstand 80 bewirkt eine Potentialverschiebung, da der Komparator 102 nicht mit einer Eingangsspannung arbeiten kann, die den gleichen Wert hat wie seine positive Betriebsspannung (an der Leitung 78)..

Fig. 5 zeigt zur besseren Erläuterung eine Anordnung mit nur einem Hallgenerator 26, der über den Widerstand 82 an die Minusleitung 50 und einen Widerstand 80' an die Plusleitung 78 angeschlossen ist. Zwischen seinen antivalenten Ausgängen 84, 86 erzeugt er bei Drehung des Rotors 20 eine alternierende Sensor-Ausgangsspannung u , deren Verlauf in Fig. 6, 9 und 11 dargestellt ist. Diese Spannung u hat relativ flache Flanken 49, also einen sinusoidalen Verlauf; sie hat einen Spannungshub S von z.B. 86 mV, und sie hat relativ zur Minusleitung 50 einen Offset 79 von z.B. 0,7 V. Wie man Fig. 4 ohne weiteres entnimmt, ist der Offset (durch den Widerstand 82) am niedrigsten beim Hallgenerator 26, höher beim Hallgenerator 24, und am höchsten beim Hallgenerator 22. Bei der verwendeten Schaltung spielt jedoch die unterschiedliche Größe dieser Offsetspannungen keine Rolle.

Es ist darauf hinzuweisen, daß es sich bei den verwendeten Hallgeneratoren bevorzugt um solche handelt, bei denen an den Ausgängen 84, 86 jeweils ein verstärktes Hallsignal liegt, z.B. um den Hallgeneratortyp HW101C.

Den Verlauf des Signals u mit den relativ flachen Flanken erhält man bevorzugt durch eine Anordnung gemäß Fig. 12 oder 13. Der permanentmagnetische Rotor 20 ist hier als Außenrotor dargestellt, und der Hallgenerator 26 ist (ebenso wie die Hallgeneratoren 22 und 24) auf einer Leiterplatte 90 als SMD-Teil angeordnet. Auf dieser Leiterplatte 90 können

auch die Komparatoren 102, 102', 102" angeordnet sein, zusammen mit den ihnen zugeordneten Bauelementen.

Bei Fig. 12 befindet sich der Hallgenerator 26 gegenüber der Stirnseite 92 des Rotors 20, in einer Distanz d von der Stirnseite des Rotormagneten 20', und er wird geschnitten von einem Hüllzylinder C, der von der Innenseite 20" des Rotors 20 gebildet wird. Dadurch liegt der Hallgenerator 26 im Streuflußbereich des Rotormagneten 20', der radial magnetisiert ist, wie durch die Buchstaben S und N angedeutet. Versuche haben gezeigt, daß der Streufluß vom Rotormagneten 20' in der dargestellten Position des Hallgenerators 26 am stärksten ist, d.h. der Hallgenerator 26 liegt bei der Variante nach Fig. 12 bevorzugt unter der inneren Kante 20" des Rotormagneten 20'. Die Größe des Abstands d bestimmt die Amplitude des Spannungshubs S , d.h. S nimmt zu, wenn d kleiner wird, aber die Form der Spannung u wird günstiger, wenn d größer wird. In der Praxis muß man hier einen Kompromiß treffen.

Bei Fig. 13 hat der Rotormagnet 20 einen speziellen Steuermagneten 94, der in der dargestellten Weise axial magnetisiert ist und deshalb eine größere Magnetflußdichte und damit einen größeren Spannungshub S im Hallgenerator 26 erzeugt. Welche der beiden Varianten (Fig. 12 oder 13) für den Einzelfall günstiger ist, muß durch Versuche ermittelt werden. Bei Innenrotoren wird man vergleichbare Anordnungen treffen, wie dem Fachmann bekannt ist.

Fig. 7 zeigt wieder eine Anordnung analog Fig. 5, aber mit zusätzlichen Schaltelementen, welche dazu dienen, das Signal u drehzahlabhängig in seiner Phase zu verschieben, nämlich mit einer Phasenschieberanordnung 87.

Der Ausgang 84 des Hallgenerators 26 ist hier über die Parallelschaltung eines Widerstands 96 und eines Kondensators 98 mit dem nicht invertierenden Eingang 100 eines Komparators 102 verbunden. Dieser Eingang 100 ist über einen hochohmigen Widerstand 101 mit dem Ausgang 108 und über einen Widerstand 104 mit dem invertierenden Eingang 106

verbunden, und letzterer ist seinerseits an den Ausgang 86 des Hallgenerators 26 angeschlossen.

Am Ausgang 108 des Komparators 102 erhält man im Betrieb das rechteckförmige Signal H3, das gemäß Fig. 1 bis 3 zur Steuerung des Motors 10 dient. Der Ausgang 108 ist über einen Widerstand 110 mit der Plusleitung 78 verbunden.

Der hochohmige Widerstand 101 gibt, sofern er verwendet wird, der Anordnung ein Hystereseverhalten, d.h. kurzzeitige Störimpulse bzw. Spannungsspitzen im Signal u vom Hallgenerator 26, wie sie in Fig. 9 erkennbar sind, haben keinen Einfluß auf das Signal H3 am Ausgang 108. Der Widerstand 101 bewirkt also in sehr einfacher Weise eine Filter- oder Entstörfunktion und dadurch einen ruhigeren Lauf des Motors.

Bevorzugte Werte für Fig. 7

Komparator 102...	LM2903
Hallgenerator 26...	HW300B
Widerstände 80', 82...	430 Ω
Widerstände 96, 104...	100 k Ω
Widerstand 101...	2...4 M Ω
Kondensator 98...	10 nF
Widerstand 110...	2 k Ω
Spannung an der Leitung 78...	+ 5 V

Gemäß Fig. 8 erzeugt die alternierende sinusoidale Sensorspannung u (zwischen den Ausgängen 84 und 86) einen Strom i_1 durch den Widerstand 96 und eine Spannung u_1 an diesem Widerstand, die mit i_1 in Phase ist. Ferner erzeugt die Spannung u einen Strom i_2 durch den Kondensator 98, und dieser Strom eilt dem Strom i_1 um 90° vor. Die Ströme i_1 und i_2 addieren sich zum Strom i, der durch den Widerstand 104 fließt und an diesem eine Spannung u_2 erzeugt, die mit i_2 in Phase ist. Die Spannungen u_1 und u addieren sich zur Spannung u_2 .

Gemäß Fig. 8 liegt zwischen der Spannung u_1 und der Spannung u ein Phasenwinkel β , d.h. die Spannung u_1 eilt der Spannung u in der Phase nach. Zwischen der Spannung u_2 und der Spannung u liegt der Phasenwinkel φ , und wie Fig. 8 zeigt, eilt die Spannung u_2 , welche den Komparator 102 steuert, der Spannung u um diesen Phasenwinkel φ vor.

Fig. 9 zeigt den gemessenen Verlauf der alternierenden Sensor-Ausgangsspannung u am Hallgenerator 26. Infolge der Phasenverschiebung durch die Phasenschieberanordnung 87 erhält man am Ausgang 108 des Komparators 102 das rechteckförmige Ausgangssignal H3, das der Spannung u um den Winkel φ (Fig. 9) in der Phase vorausseilt und das - über die PAL 70 - zur Steuerung der Brückenschaltung 44 dient.

Ersichtlich ist der Winkel φ eine Funktion der Frequenz und folglich der Drehzahl des Motors 10, d.h. bei niedrigen Drehzahlen ist φ klein, und nimmt mit steigender Drehzahl zu, so daß das Signal H3 mit steigender Drehzahl immer mehr in Richtung des Pfeiles 110 (Fig. 9) verschoben wird, d.h. der Winkel φ wächst mit zunehmender Drehzahl, und der betreffende Strangstrom wird immer früher eingeschaltet, je höher die Drehzahl des Motors wird.

Wie ein Vergleich zwischen den Figuren 4 und 7 zeigt, wird bei Fig. 4 die Schaltung nach Fig. 7 dreifach verwendet. Deshalb ist dort der Schaltungsteil für den Hallgenerator 24 mit einem nachgestellten Apostroph bezeichnet, also z.B. 87' statt 87, und der Schaltungsteil für den obersten Hallgenerator 22 ist mit zwei nachgestellten Apostrophen gekennzeichnet, also z.B. 87". Am Ausgang 108" des Komparators 102" erhält man also im Betrieb das phasenverschobene Rechtecksignal H1, am Ausgang 108' des Komparators 102' das phasenverschobene Rechtecksignal H2, und am Ausgang 108 des Komparators 102 erhält man - wie bereits ausführlich beschrieben - das phasenverschobene Rechtecksignal H3.

Die Figuren 3a, 3b und 3c zeigen diese Rechtecksignale H1, H2, H3, die relativ zueinander um 120° el. versetzt sind. Diese Signale sind mit

durchgehenden Linien für eine niedrige Drehzahl dargestellt, und mit strichpunktierten Linien 116 für eine höhere Drehzahl, z.B. 40.000 U/min. Bei dieser höheren Drehzahl sind alle Rechtecksignale H1, H2, H3 in der dargestellten Weise um denselben Winkel in Richtung früh verschoben, z.B. um 20° el. Und mit zunehmender Drehzahl nimmt diese Verschiebung zu, wie in Fig. 3a durch den Pfeil 110 symbolisiert.

Alternativ kann auch eine Phasenschieberanordnung 187 gemäß Fig. 10 verwendet werden. Hier ist zwischen dem Ausgang 86 des Hallgenerators 26 und dem invertierenden Eingang 106 des Komparators 102 die Parallelschaltung aus einem Widerstand 196 und einem Kondensator 198 angeordnet. Zwischen dem invertierenden Eingang 106 und dem nicht invertierenden Eingang 100 liegt ein Widerstand 204, und der nicht invertierende Eingang 100 ist mit dem Ausgang 84 des Hallgenerators 26 und - über einen Widerstand 101 - mit dem Ausgang 108 verbunden.

Bevorzugte Werte für Fig. 10

Komparator 102 ...	LM2903
Hallgenerator 26...	HW300B
Widerstände 80', 82...	430 Ω
Widerstände 196, 204...	100 k Ω
Kondensator 98...	10 nF
Widerstand 101...	2...4 M Ω
Widerstand 110...	2 k Ω
Spannung an der Leitung 78...	+ 5 V.

In diesem Fall ergibt sich für das Rechtecksignal H3' am Ausgang des Komparators 102 der Verlauf gemäß Fig. 11 relativ zur alternierenden Sensorspannung u zwischen den Ausgängen 84 und 86 des Hallgenerators 26. Auch hier liegt eine Phasenverschiebung ϕ in Richtung nach früh vor, nur daß das Rechtecksignal H3' im Vergleich zum Rechtecksignal H3 der Fig. 9 invertiert ist.

Sofern die Phasenschieberanordnung 187 gemäß Fig. 10 bei der Schaltung gemäß Fig. 4 verwendet werden soll, muß sie anstelle der Anordnung 87, anstelle der Anordnung 87' und anstelle der Anordnung 87'' in gleicher Weise verwendet werden, damit man wieder den Verlauf gemäß Fig. 3a, 3b, 3c erhält.

Schließt man in Fig. 10 an das Ende 106 des Widerstands 204 zusätzlich den nicht invertierenden Eingang eines (nicht dargestellten) zweiten Komparators X an, und an das Ende 100 des Widerstands 204 den invertierenden Eingang des Komparators X, so erhält man am Ausgang des Komparators X das Rechtecksignal H3 gemäß Fig. 9, welches gegenphasig zur Rechteckspannung H3' verläuft. Diese gegenphasigen Signale H3 und H3' können dann verschiedene Ströme in einem Motor steuern.

Naturgemäß sind im Rahmen der vorliegenden Erfindung vielfache Abwandlungen und Modifikationen möglich. Insbesondere ist bei elektronisch kommutierten Motoren für hohe Drehzahlen eine Kombination in dem Sinne zweckmäßig, daß die Hallgeneratoren 22, 24, 26 bereits auf der Leiterplatte 90 mechanisch in Richtung nach früh relativ zur neutralen Zone versetzt werden, z.B. jeder Hallgenerator um 20° el., um sozusagen eine "Basis-Frühzündung" auf mechanischem Wege zu erhalten, und daß durch die erfindungsgemäße Phasenverschiebung drehzahlabhängig eine zusätzliche Verschiebung in Richtung nach früh erfolgt. Dies ist besonders vorteilhaft bei Motoren für sehr hohe Drehzahlen, bei denen man Phasenverschiebungen von über 40° el. für die Frühzündung benötigt; solche Phasenverschiebungen sind allein mit Hilfe der beschriebenen Phasenschieberanordnungen schwierig zu realisieren. Durch eine Kombination aus mechanischer Frühzündung und elektronischer Frühzündung erhält man hier - ohne wesentliche Mehrkosten - optimale Verhältnisse und eine wesentliche Verbesserung des Wirkungsgrads über einen großen Drehzahlbereich.

Bei Motoren mit Drehzahlen bis ca. 20.000 U/min benötigt man die "mechanische Frühzündung" gewöhnlich nicht, und bei diesen Motoren genügt dann die "elektronische Frühzündung", wie sie vorstehend beschrieben wurde und auch Gegenstand des Hauptpatents ist und den Vorteil hat, daß sie in beiden Drehrichtungen in gleicher Weise wirksam ist, so daß solche Motoren in beiden Drehrichtungen mit ausgezeichnetem Wirkungsgrad laufen.

Als sehr vorteilhaft erweist sich auch, daß bei Verwendung der Erfindung die

Schnittstelle zwischen der Endstufe 44 (Fig. 1), dem Motor 10, und der Steuerelektronik 70 unverändert bleibt, da ja der Steuerelektronik 70 die (bereits phasenverschobenen) Ausgangssignale H1, H2, H3 von der Anordnung gemäß Fig. 4 zugeführt werden können.

Patentansprüche

1. Elektronisch kommutierter Motor mit einem permanentmagnetischen Rotor und einem Stator,
mit einer Mehrzahl von statorseitig angeordneten Rotorstellungssensoranordnungen (22, 24, 26), welche zur Stromversorgung in Serie an eine Gleichspannungsquelle (78, 50) angeschlossen sind, jeweils zwei antivalente Signalausgänge (84, 86) aufweisen, und im Betrieb des Motors zwischen diesen antivalenten Signalausgängen eine alternierende Sensor-Ausgangsspannung (u) liefern, wobei jedem Rotorstellungssensor eine zur Phasenverschiebung dieser Sensor-Ausgangsspannung (u) dienende Phasenverschieberanordnung (87, 87', 87"; 187) zugeordnet ist, um ein gegenüber der Sensor-Ausgangsspannung (u) zeitlich voreilendes alternierendes Ausgangssignal (u_2) zu erzeugen,
 - dessen Voreilungswinkel (φ) relativ zur SensorAusgangssspannung (u) mit zunehmender Motordrehzahl zunimmt,
 - und das über ein von diesem alternierenden Ausgangssignal (u_2) gesteuertes elektronisches Schaltglied (102) zur Steuerung wenigstens eines Statorstroms des Motors (10) dient.
2. Motor nach Anspruch 1, bei welchem das elektronische Schaltglied als Komparator (102) ausgebildet ist.
3. Motor nach Anspruch 2, bei welchem zwischen dem Ausgang (108) und dem nichtinvertierenden Eingang (100) des Komparators (102) ein hochohmiger Widerstand (101) vorgesehen ist, um eine Umschaltung des Komparators (102) durch Störimpulse oder dgl. zu verhindern.
4. Motor nach Anspruch 2 oder 3, bei welchem die

Phasenschieberanordnung (87; 187) eine Reihenschaltung aufweist aus

- einer Parallelschaltung eines ersten ohmschen Widerstands (96; 196) und eines Kondensators (98; 198) und
 - einem zweiten ohmschen Widerstand (104; 204),
- wobei die Spannung (u_2) am zweiten ohmschen Widerstand (104; 204) zur Ansteuerung des Komparators (102) dient.

5. Motor nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die Rotorstellungssensoren als Hallgeneratoren (22, 24, 26) ausgebildet sind, deren zur Stromversorgung dienenden Eingänge in Reihe geschaltet sind.
6. Motor nach Anspruch 5, bei welchem die Reihenschaltung der Hallgeneratoren (22, 24, 26) an beiden Enden über je einen Widerstand (80, 82) an den zugeordneten Pol einer Gleichspannungsquelle (78, 50) angeschlossen ist.
7. Motor nach Anspruch 5 oder 6, bei welchem den Hallgeneratoren (22, 24, 26) für jedes ihrer beiden Hallsignale ein analoger Vorverstärker zugeordnet ist, und als Sensor-Ausgangssignal (u) das Signal zwischen den Signalausgängen (84, 86) dieser Vorverstärker dient.
8. Motor nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die Rotorstellungssensoren als galvanomagnetische Sensoren (22, 24, 26) ausgebildet und von einem magnetischen Feld des Rotormagneten (20) des Motors (10) gesteuert sind.
9. Motor nach Anspruch 8, bei welchem das magnetische Feld ein Streufeld des Rotormagneten (20) ist (Fig. 12).
10. Motor nach Anspruch 9, welcher als Außenläufermotor mit einem Außenrotor (20) ausgebildet ist, und bei welchem ein galvanomagnetischer Sensor (26) in Relation zum Außenrotor (20) so

angeordnet ist, daß er vom inneren Hüllzylinder (C) des Rotormagneten (20') mindestens nahezu geschnitten wird.

11. Motor nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, bei welchem die galvanomagnetischen Sensoren (22, 24, 26) jeweils in der zugeordneten neutralen Zone des Motors (10) angeordnet sind.
12. Motor nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, bei welchem die galvanomagnetischen Sensoren (22, 24, 26) jeweils relativ zur zugeordneten neutralen Zone entgegen der Drehrichtung versetzt sind, um eine frühe Kommutierung zu bewirken.
13. Elektronisch kommutierter Motor mit einem permanentmagnetischen Rotor und einem Stator,
mit mindestens einer statorseitig angeordneten Rotorstellungssensoranordnung (22, 24, 26), welche zur Stromversorgung an eine Gleichspannungsquelle (78, 50) angeschlossen ist, zwei antivalente Signalausgänge (84, 86) aufweist, und im Betrieb des Motors zwischen diesen antivalenten Signalausgängen eine alternierende Sensor-Ausgangsspannung (u) liefert, wobei dem Rotorstellungssensor eine zur Phasenverschiebung dieser Sensor-Ausgangsspannung (u) dienende Phasenverschieberanordnung (87, 87', 87"; 187) zugeordnet ist, um ein gegenüber der Sensor-Ausgangsspannung (u) zeitlich voreilendes alternierendes Ausgangssignal (u_2) zu erzeugen, welche Phasenschieberanordnung (87; 187) eine Reihenschaltung aufweist aus
 - einer Parallelschaltung eines ersten ohmschen Widerstand (96; 196) und eines Kondensators (98; 198) und
 - einem zweiten ohmschen Widerstand (104; 204),wobei die Spannung (u_2) am zweiten ohmschen Widerstand (104; 204) zur Ansteuerung eines Komparators (102) dient, an dessen Ausgang (108) ein zeitlich voreilendes Ausgangssignal (H3) erzeugt wird, das zur Steuerung wenigstens eines Statorstroms des Motors (10) dient.

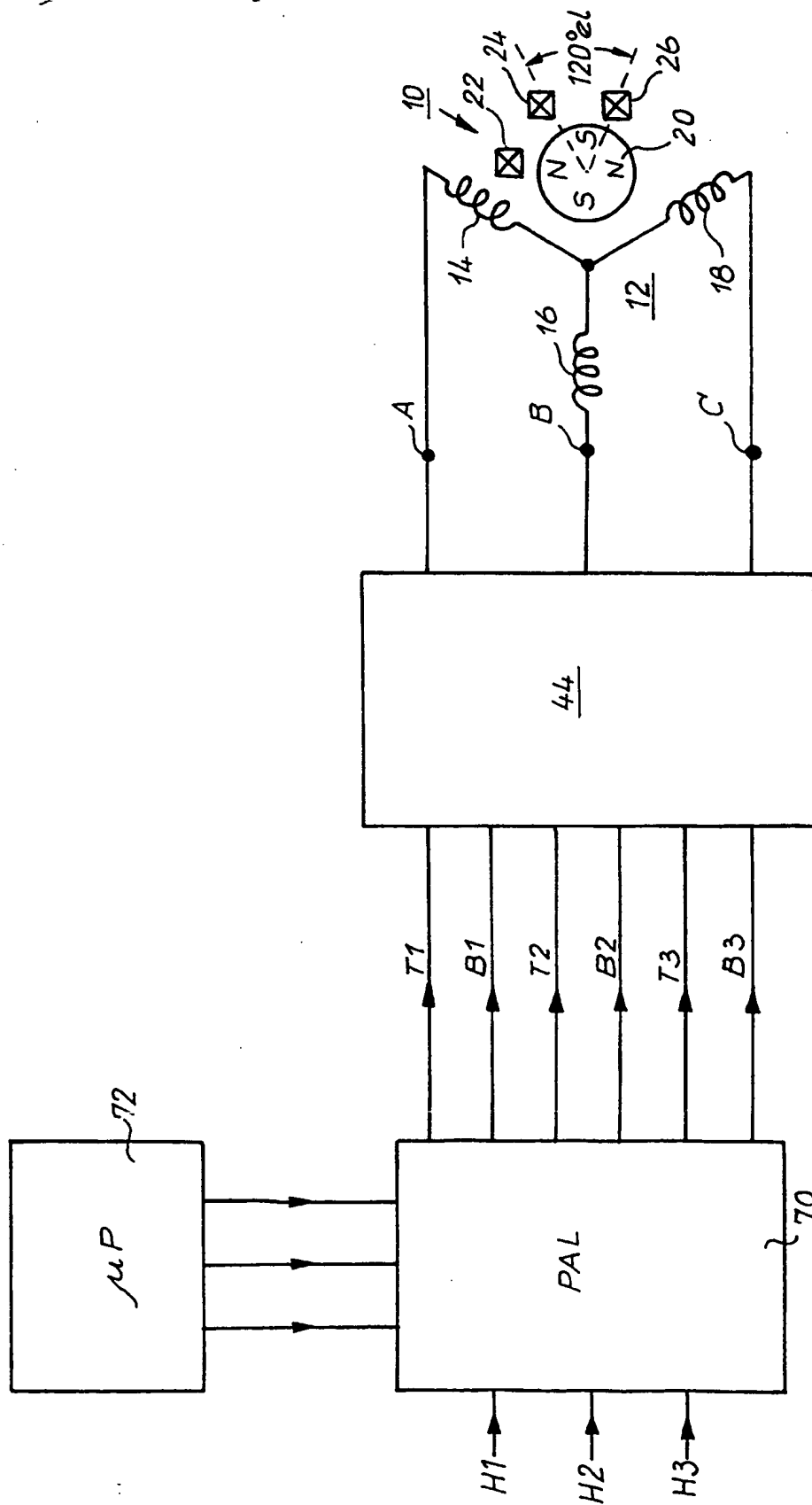


Fig. 1

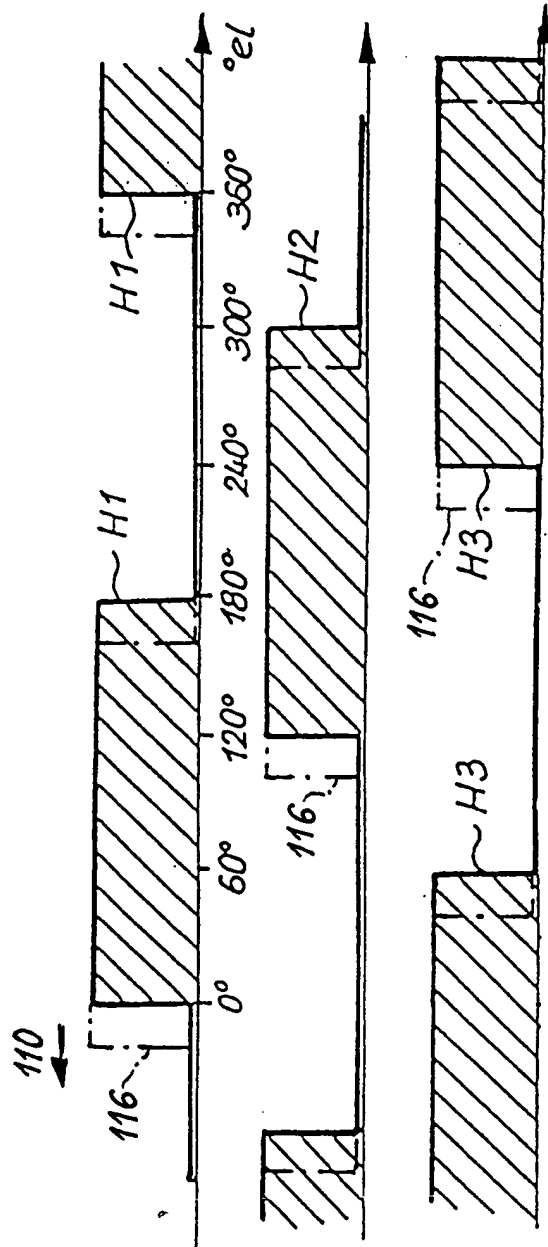


Fig. 3a

Fig. 3b

Fig. 3c

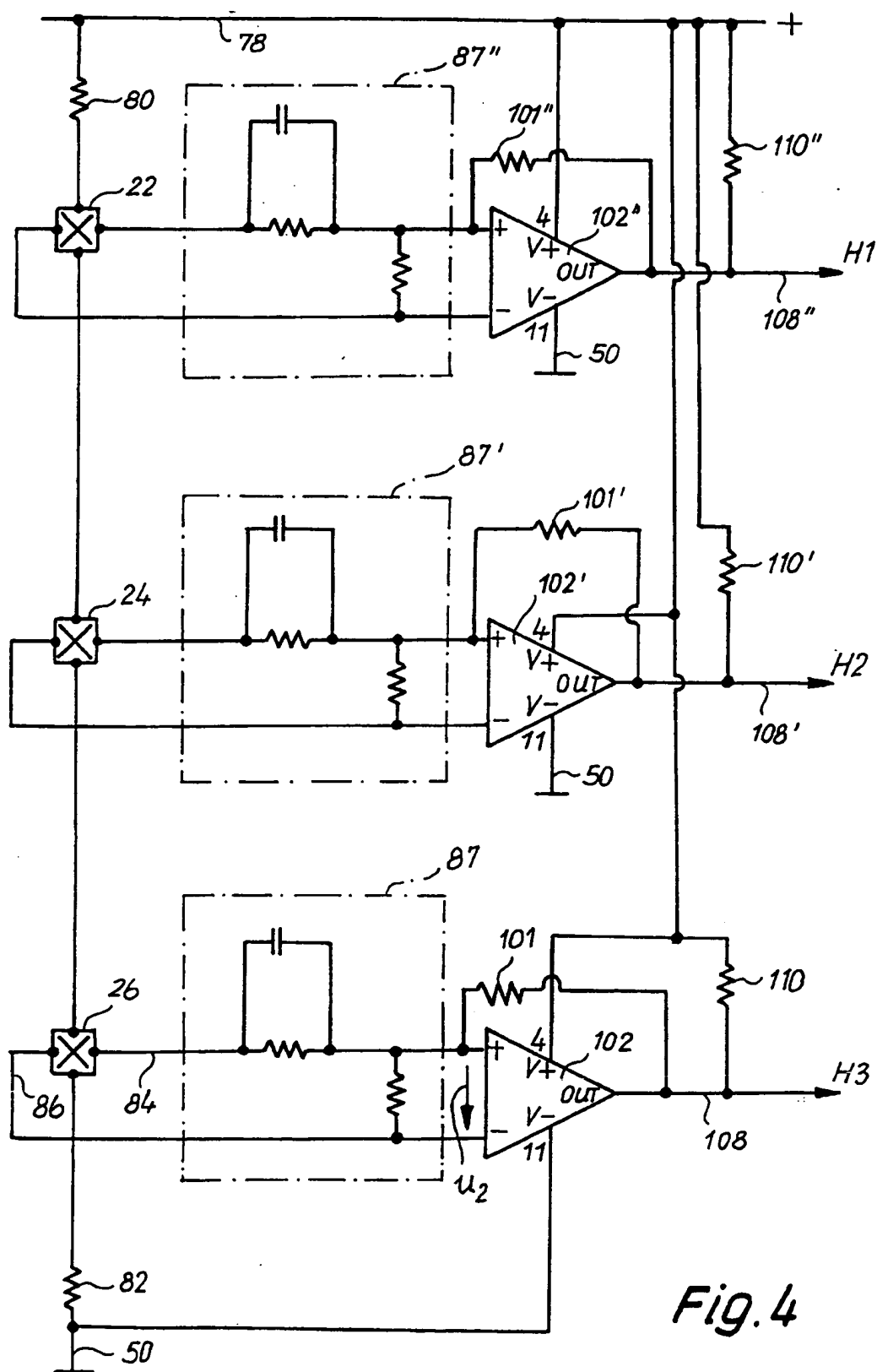


Fig. 4

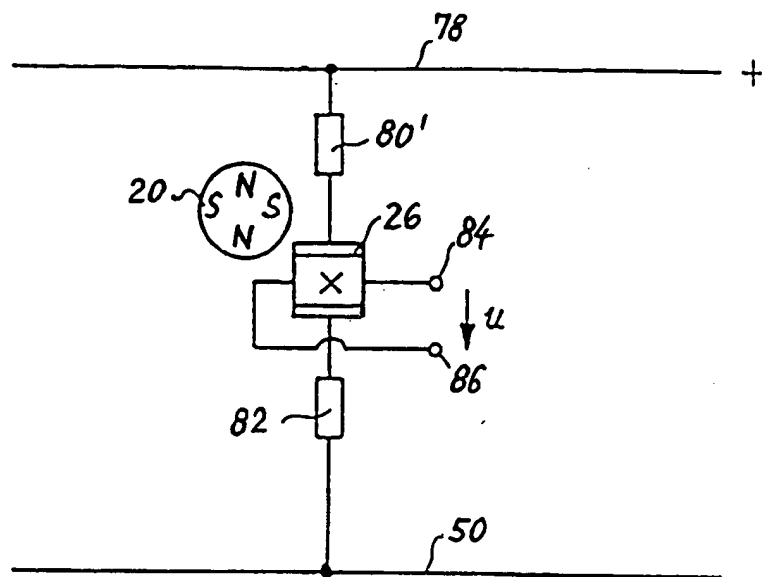


Fig. 5

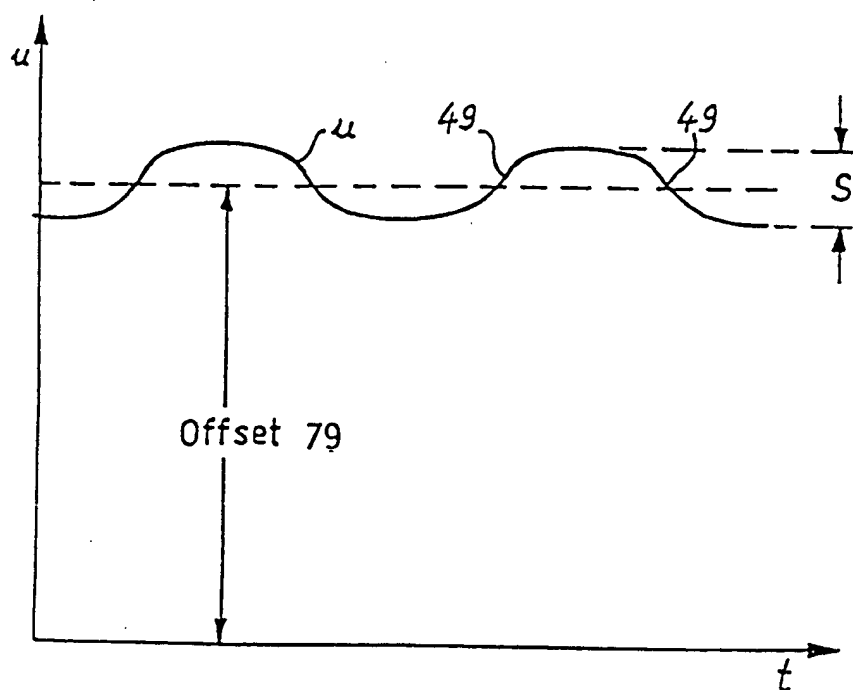


Fig. 6

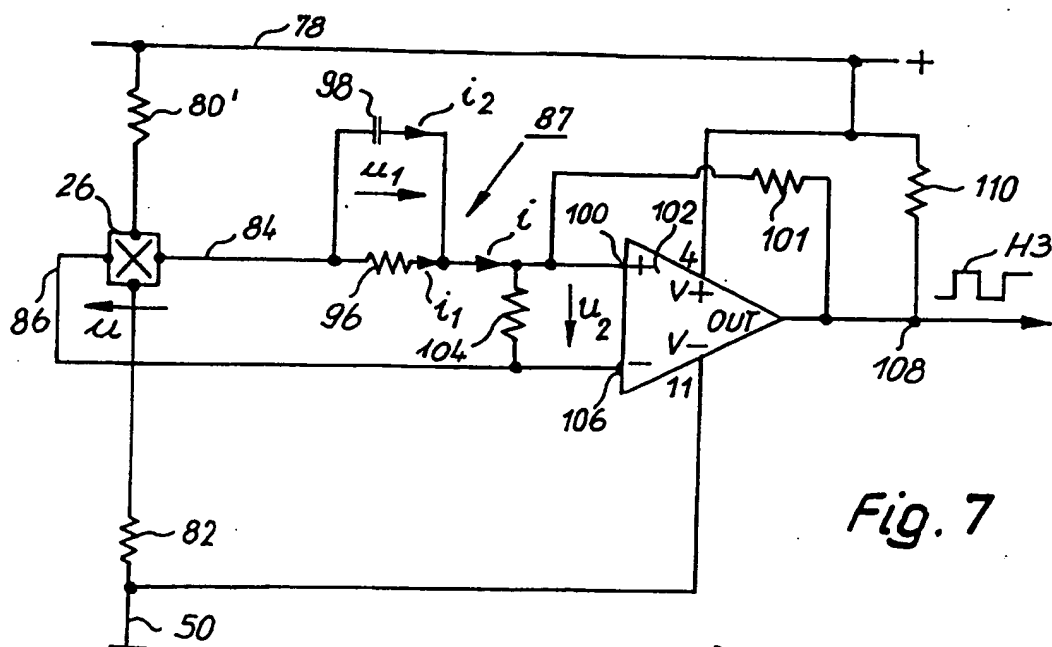


Fig. 7

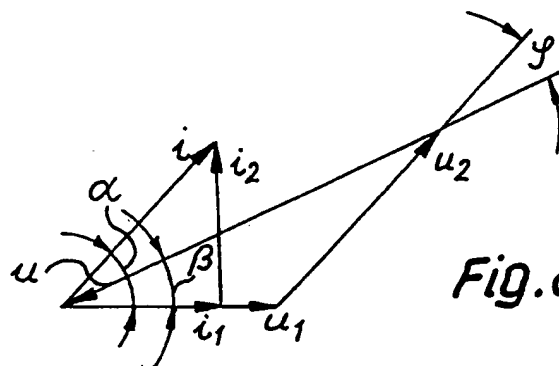


Fig. 8

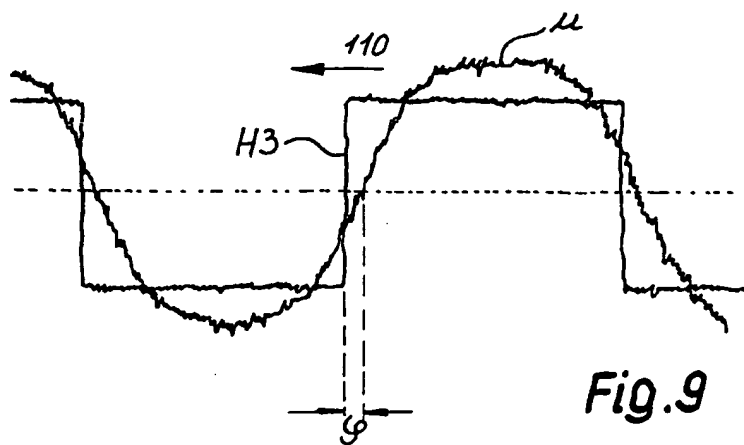


Fig. 9

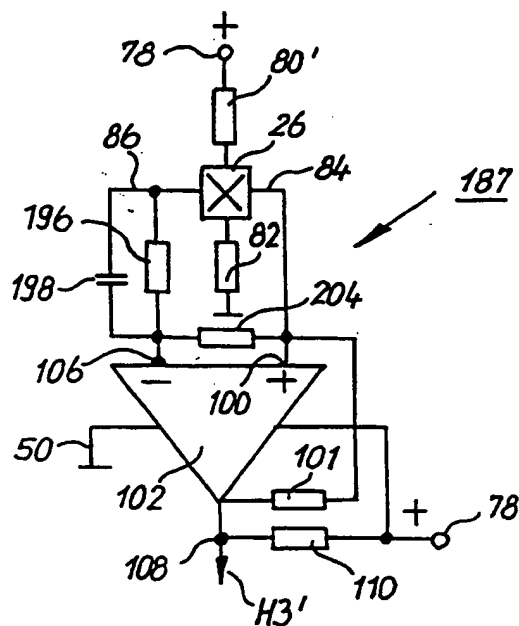


Fig. 10

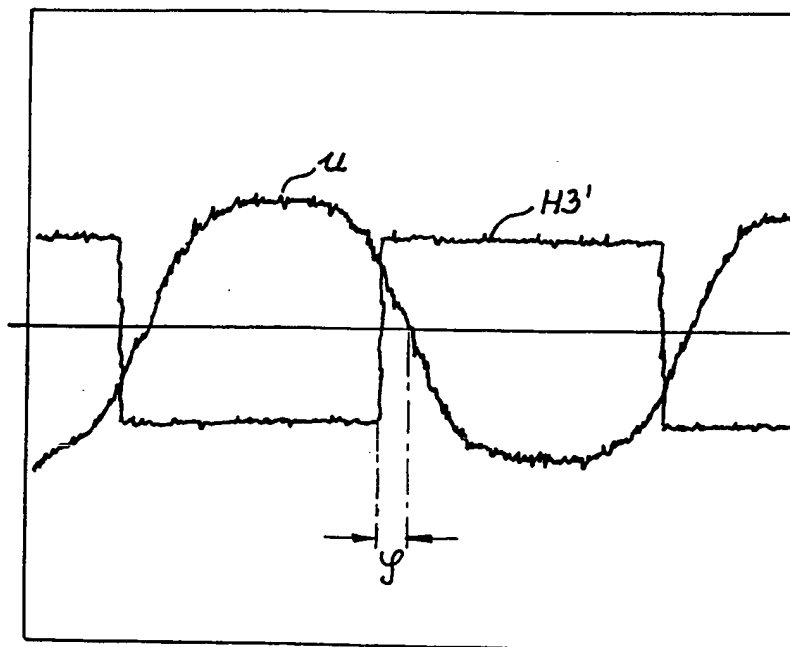
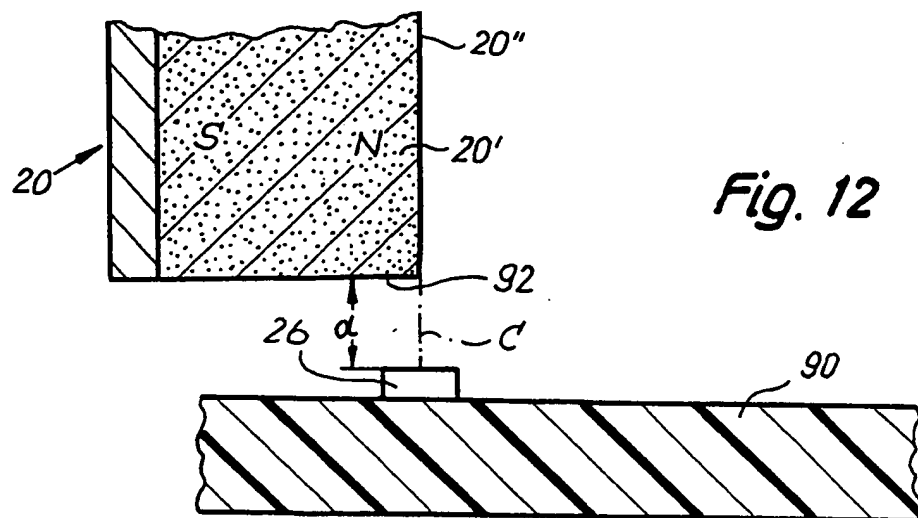
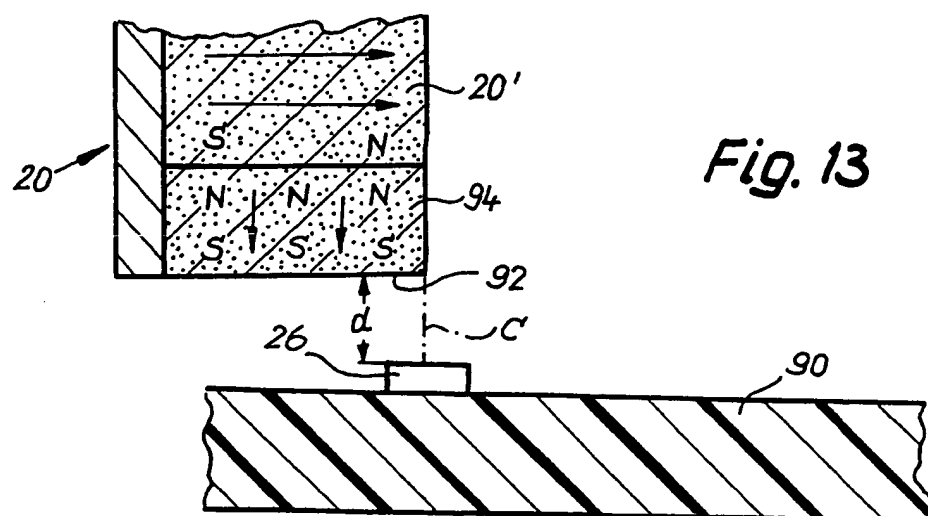


Fig. 11

*Fig. 12**Fig. 13*

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Patent Application No

PCT/EP 98/02726

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 H02P6/14 H02K29/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H02P H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 277 (E-1089), 15 July 1991 & JP 03 093489 A (COPAL ELECTRON CO LTD), 18 April 1991	13
Y	see abstract	1-9, 11
Y	DE 24 03 432 A (SIEMENS AG) 31 July 1975 see page 5, last paragraph; figure 2	1-9, 11
Y	US 5 200 675 A (WOO KWANGJOON) 6 April 1993 see column 4, line 7 - line 51; figures 1, 2	1-3, 5, 6
A		13
A	EP 0 084 156 A (PAPST MOTOREN GMBH & CO KG) 27 July 1983 see page 20, line 7 - line 14; figure 6	2, 3
	-/--	



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 August 1998

Date of mailing of the international search report

31/08/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bourbon, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No

PCT/EP 98/02726

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 978 895 A (SCHWARZ MARCOS G) 18 December 1990 see column 4, line 55 - line 66; figure 5 ---	2-4,13
A	EP 0 766 370 A (PAPST MOTOREN GMBH & CO KG) 2 April 1997 see claim 1; figure 3 ---	8-10,12
A	US 4 435 673 A (HAGINO HIROSHI ET AL) 6 March 1984 see column 4, line 23 - line 34; figure 5 ---	12
P,A	DE 196 08 424 A (PAPST MOTOREN GMBH & CO KG) 11 September 1997 see the whole document -----	1-3,8-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/EP 98/02726

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 2403432 A	31-07-1975	CH 577246 A	30-06-1976
		CS 186794 B	29-12-1978
		JP 1230045 C	19-09-1984
		JP 50104316 A	18-08-1975
		JP 59003120 B	23-01-1984
US 5200675 A	06-04-1993	DE 4136538 A	07-05-1992
		JP 5252788 A	28-09-1993
EP 0084156 A	27-07-1983	DE 3247359 A	04-08-1983
		JP 1766025 C	11-06-1993
		JP 4042917 B	14-07-1992
		JP 58144592 A	27-08-1983
		US 5349275 A	20-09-1994
		US 4535275 A	13-08-1985
US 4978895 A	18-12-1990	DE 3934139 A	19-04-1990
		FR 2638035 A	20-04-1990
		GB 2224896 A,B	16-05-1990
		JP 2155489 A	14-06-1990
EP 0766370 A	02-04-1997	DE 29616169 U	21-11-1996
US 4435673 A	06-03-1984	JP 1828967 C	15-03-1994
		JP 5030156 B	07-05-1993
		JP 57006591 A	13-01-1982
DE 19608424 A	11-09-1997	WO 9733363 A	12-09-1997

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 H02P/14 H02K29/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 H02P H02K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 277 (E-1089), 15. Juli 1991 & JP 03 093489 A (COPAL ELECTRON CO LTD), 18. April 1991	13
Y	siehe Zusammenfassung ---	1-9,11
Y	DE 24 03 432 A (SIEMENS AG) 31. Juli 1975 siehe Seite 5, letzter Absatz; Abbildung 2 ---	1-9,11
Y	US 5 200 675 A (WOO KWANGJOON) 6. April 1993 siehe Spalte 4, Zeile 7 - Zeile 51; Abbildungen 1,2	1-3,5,6
A	---	13
	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. August 1998

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

31/08/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Bourbon, R

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 084 156 A (PAPST MOTOREN GMBH & CO KG) 27. Juli 1983 siehe Seite 20, Zeile 7 - Zeile 14; Abbildung 6 ---	2,3
A	US 4 978 895 A (SCHWARZ MARCOS G) 18. Dezember 1990 siehe Spalte 4, Zeile 55 - Zeile 66; Abbildung 5 ---	2-4,13
A	EP 0 766 370 A (PAPST MOTOREN GMBH & CO KG) 2. April 1997 siehe Anspruch 1; Abbildung 3 ---	8-10,12
A	US 4 435 673 A (HAGINO HIROSHI ET AL) 6. März 1984 siehe Spalte 4, Zeile 23 - Zeile 34; Abbildung 5 ---	12
P,A	DE 196 08 424 A (PAPST MOTOREN GMBH & CO KG) 11. September 1997 siehe das ganze Dokument -----	1-3,8-12

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/02726

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2403432 A	31-07-1975	CH 577246 A	30-06-1976
		CS 186794 B	29-12-1978
		JP 1230045 C	19-09-1984
		JP 50104316 A	18-08-1975
		JP 59003120 B	23-01-1984
US 5200675 A	06-04-1993	DE 4136538 A	07-05-1992
		JP 5252788 A	28-09-1993
EP 0084156 A	27-07-1983	DE 3247359 A	04-08-1983
		JP 1766025 C	11-06-1993
		JP 4042917 B	14-07-1992
		JP 58144592 A	27-08-1983
		US 5349275 A	20-09-1994
		US 4535275 A	13-08-1985
US 4978895 A	18-12-1990	DE 3934139 A	19-04-1990
		FR 2638035 A	20-04-1990
		GB 2224896 A, B	16-05-1990
		JP 2155489 A	14-06-1990
EP 0766370 A	02-04-1997	DE 29616169 U	21-11-1996
US 4435673 A	06-03-1984	JP 1828967 C	15-03-1994
		JP 5030156 B	07-05-1993
		JP 57006591 A	13-01-1982
DE 19608424 A	11-09-1997	WO 9733363 A	12-09-1997

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbajdschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Elektronisch kommutierter Motor

Die Erfindung betrifft einen elektronisch kommutierten Motor mit einem permanentmagnetischen Rotor und einem Stator. Ein derartiger Motor ist Gegenstand der älteren Patentanmeldung WO/EP97/01078.

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, einen neuen elektronisch kommutierten Motor bereitzustellen.

Nach der Erfindung wird diese Aufgabe gelöst durch einen elektronisch kommutierten Motor mit einem permanentmagnetischen Rotor und einem Stator, mit einer Mehrzahl von statorseitig angeordneten Rotorstellungssensoranordnungen, welche zur Stromversorgung in Serie an eine Gleichspannungsquelle angeschlossen sind, jeweils zwei antivalente Signalausgänge aufweisen, und im Betrieb des Motors zwischen diesen antivalenten Signalausgängen eine alternierende Sensor-Ausgangsspannung liefern, wobei jedem Rotorstellungssensor eine zur Phasenverschiebung dieser Sensor-Ausgangsspannung dienende Phasenschieberanordnung zugeordnet ist, um ein gegenüber der Sensor-Ausgangsspannung zeitlich voreilendes alternierendes Ausgangssignal zu erzeugen, dessen Voreilungswinkel relativ zur Sensor-Ausgangsspannung mit zunehmender Motordrehzahl zunimmt, und das über ein von diesem alternierenden Ausgangssignal gesteuertes elektronisches Schaltglied zur Steuerung wenigstens eines Statorstroms des Motors dient. Man erhält so in sehr einfacher und stromsparender Weise eine Mehrzahl von Ausgangssignalen, die durch entsprechende Anordnung der